

特開平09-007176号

BEST AVAILABLE COPY

05392376

OPTICAL RECORDING METHOD AND OPTICAL RECORDING MEDIUM

PUB. NO.: 09-007176 [JP 9007176 A]

PUBLISHED: January 10, 1997 (19970110)

INVENTOR(s): TAKADA KENICHI

ONO TAKASHI

NOBUKUNI NATSUKO

HORIE MICHIKAZU

APPLICANT(s): MITSUBISHI CHEM CORP [000596] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 08-103591 [JP 96103591]

FILED: March 29, 1996 (19960329)

INTL CLASS: [6] G11B-007/00; B41M-005/26; G11B-007/125; G11B-007/24; G11B-019/247

JAPIO CLASS: 42.5 (ELECTRONICS -- Equipment); 29.4 (PRECISION INSTRUMENTS -- Business Machines)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R102 (APPLIED ELECTRONICS -- Video Disk Recorders, VDR); R125 (CHEMISTRY -- Polycarbonate Resins); R135 (METALS -- Amorphous Metals); R138 (APPLIED ELECTRONICS -- Vertical Magnetic & Photomagnetic Recording)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical recording method expanding linear velocity margin of a phase transition type optical recording medium.

SOLUTION: For dealing with the different linear velocity on the phase transition recording medium, a clock period T is changed according to the linear velocity V, and a parameter of pulse division in a recording laser pulse is revised. The laser pulse is divided into m pieces of pulses by providing the interval $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) applying recording power P_w and the interval $\beta_i T$ applying bias power P_b alternately when a mark of a length nT is formed. In this division, at least one side between the combination of the $\alpha_i T$ and the bias power P_b is made variable making correspond to the linear velocity V. It is suitably used to a CD-E, etc., adopting mark length modulation recording in which the linear velocity is largely different.

特開平9-7176

(43)公開日 平成9年(1997)1月10日

(51)Int.C1. ^a	識別記号	序内整理番号	F I		技術表示箇所
G 1 1 B	7/00	9464-5 D	G 1 1 B	7/00	L
B 4 1 M	5/26			7/125	B
G 1 1 B	7/125	8721-5 D		7/24 5 1 1	
	7/24	5 1 1		19/247	R
	19/247	7416-2 H	B 4 1 M	5/26	X
審査請求	未請求	請求項の数 1 8	F D		(全 1 7 頁)

(21)出願番号	特願平8-103591	(71)出願人	000005968 三菱化学株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号
(22)出願日	平成8年(1996)3月29日	(72)発明者	高田 健一 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地
(31)優先権主張番号	特願平7-100387	(72)発明者	三菱化学株式会社横浜総合研究所内
(32)優先日	平7(1995)3月31日	(72)発明者	大野 孝志 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地
(33)優先権主張国	日本 (J P)	(72)発明者	三菱化学株式会社横浜総合研究所内
(31)優先権主張番号	特願平7-116339	(72)発明者	信國 奈津子 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地
(32)優先日	平7(1995)4月18日	(72)発明者	三菱化学株式会社横浜総合研究所内
(33)優先権主張国	日本 (J P)	(74)代理人	弁理士 稲垣 清

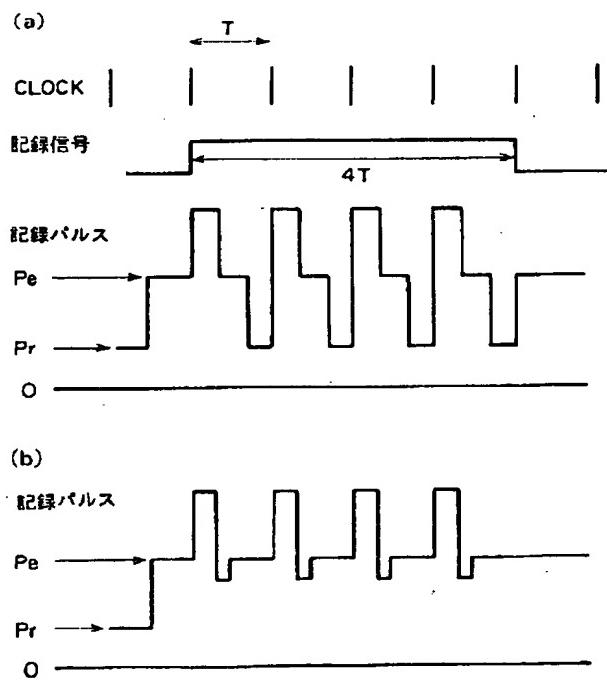
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光記録方法および光記録媒体

(57)【要約】

【課題】 相変化型光学的記録媒体の線速度マージンを拡げる光記録方法を提供する。

【解決手段】 相変化記録媒体上での異なる線速度に対応するために、線速度Vに従ってクロック周期Tを変えると共に、記録レーザパルスにおけるパルス分割のパラメータを変更する。長さ nT のマークを形成する際に、記録パワー P_w を印加する期間 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) とバイアスパワー P_b を印加する期間 $\beta_i T$ とを交互に設けることでレーザパルスを m 個のパルスに分割する。この分割において、線速度Vに対応させて $\alpha_i T$ の組合せ及びバイアスパワー P_b の少なくとも一方を可変とする。線速度が大きく異なるマーク長変調記録を採用するCD-E等に好適に利用できる。特定の組成の記録層がこの方法に適したものとして開示される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザーパワーをクロック周期Tに従つて記録パワーPw、消去パワーPe、及び、バイアスパワーPbの少なくとも3値の間で変調することで光学的に識別可能な非晶質マークの形成又は消去を行つて、光学的情報記録媒体にデータを記録・消去する光記録方法において、

光学的記録媒体上の線速度Vを、最大線速度Vh及び最小線速度VLに従つて、 $V_L \leq V \leq V_h$ の範囲で可変とし、

線速度Vのときのクロック周期Tを、線速度Vに従つて可変とし、

記録パワーPwを印加する期間を $\alpha_1 T$ 、 $\alpha_2 T$ 、 \dots 、 $\alpha_m T$ とし且つバイアスパワーPbを印加する期間を $\beta_1 T$ 、 $\beta_2 T$ 、 \dots 、 $\beta_m T$ として、レーザーパワーのための印加期間を順次に $\alpha_1 T$ 、 $\beta_1 T$ 、 $\alpha_2 T$ 、 $\beta_2 T$ 、 \dots 、 $\alpha_m T$ 、 $\beta_m T$ と選定することで、nを2以上の整数として長さnTの非晶質マークを記録する記録パワーをm個のパルスに分割し、

kを0から2迄の整数から成るパラメータ、jを0から2迄の実数からなるパラメータとし、且つ、前記nの最小値をnminとして、

$n_{min} - k \geq 1$ 、 $m = n - k$ 、 $\alpha_1 + \beta_1 + \dots + \alpha_m + \beta_m = n - j$ を条件として、前記線速度Vに対応して、 $\alpha_i T$ の組合せ、及び、Pbの少なくとも一方を変化させることを特徴とする光記録方法。

【請求項2】 前記速度に対応して、 $\beta_i T$ における前記バイアスパワーPbiを変化することに代えて、バイアスパワーPbiと消去パワーPeとの比 $P_{bi}/P_e = \theta$ を変化させることを特徴とする請求項1に記載の光記録方法。

【請求項3】 線速度 $V_L \leq V \leq V_h$ ($V_h \geq 2 V_L$) の範囲で、少なくとも記録時の線速度を連続的または段階的に可変とし、

$\alpha_{1L} T$ 、 $\alpha_{11} T$ 、 $\alpha_{12} T$ 、 $\alpha_{1H} T$ を夫々、線速度Vが V_L 、 V_1 、 V_2 、 V_h のときの分割された個々のパルスのパルス幅とするとき、 $V_L < V_1 < V_2 < V_h$ となる線速度V₁及びV₂においては、 $1 \leq i \leq m$ なるすべてのiに対して、 $\alpha_{1L} \leq \alpha_{11} \leq \alpha_{12} \leq \alpha_{1H}$ 、且つ、 $\theta_{1L} \leq \theta_{11} \leq \theta_{12} \leq \theta_{1H}$ とし、且つ、少なくともV_Lにおいては $\alpha_{1L} < \alpha_{1H}$ 、又は、 $\theta_{1L} < \theta_{1H}$ とすることを特徴とする請求項2に記載の光記録方法。

【請求項4】 最大線速度Vhを1.2~1.4m/Sの範囲にある最小線速度VLの2~6倍の範囲とするマーク長変調記録であつて、

mをm=n、n-1又はn-2に選定し、

線速度VがV=VL、2VL、4VL、又は、6VLの有限個の値をもとるものと選定し、

上記各線速度Vにおいて、iが2≤i≤mの範囲において、 $\alpha_i + \beta_i = 1.0$ とし、且つ、iが1≤i≤mの範

2

囲において $P_{bi} = P_r \pm 0.5 \text{mW}$ とし、

線速度Vが低下するとき、全てのiに対して α_i が単調に減少することを特徴とする請求項3に記載の光記録方法。

【請求項5】 $\beta_m \neq 0$ であることを特徴とする請求項4に記載の光記録方法。

【請求項6】 T_h を線速度がV_hのときのクロック周期とすると、線速度Vの時のクロック周期Tが $T = T_h (V_h/V)$ であることを特徴とする請求項1乃至5の一に記載の光記録方法。

【請求項7】 使用する最大線速度Vhにおいて、 $\alpha_{1H} = 1.5$ 又は1.0、iが $2 \leq i \leq m$ の範囲として $\beta_{1H} = \alpha_{1H} = 0.5$ とし、且つ、すべての線速度Vにおいて、iを $2 \leq i \leq m$ の範囲の値として、 $\alpha_i + \beta_i = 1.0$ としたことを特徴とする請求項3に記載の光記録方法。

【請求項8】 線速度Vが $V_L \leq V < V_h$ の範囲では、iが $2 \leq i \leq m$ の範囲で、 $2 \leq \alpha_i < \alpha_{1H}$ 、且つ、 $0.05 < \alpha_i < 0.5$ であることを特徴とする請求項7に記載の光記録方法。

【請求項9】 $2 \leq i \leq m$ の範囲のiに対して、 α_i が一定であり、且つ、 $\alpha_1 > \alpha_i$ であることを特徴とする請求項3に記載の光記録方法。

【請求項10】 iが $1 \leq i < m$ の範囲に対して β_i が一定値をとり、且つ、 β_m が、該一定値とは異なり、且つ、0であり得ることを特徴とする請求項3に記載の光記録方法。

【請求項11】 上記マーク長変調記録におけるnのとりうる範囲が、線速度Vに従つて異なることを特徴とする3に記載の光記録方法。

【請求項12】 最小のマーク長 $n_{min} T$ に対して $n_{min} T \times V$ が一定であることを特徴とする請求項11に記載の光記録方法。

【請求項13】 使用する最大線速度Vhを、1.2~1.4m/Sの範囲にある最小線速度VLの2~6倍の範囲とし、m=n、n-1又はn-2としたマーク長変調のEFM変調を用い、線速度VをVL、2VL、4VL又は6VLの有限個の値として選定し、

40 線速度Vが $2 V_L$ 以上において、 $\alpha_{1H} = 1.5$ 又は1.0、iが $1 \leq i \leq m$ の範囲において $\beta_{1H} = \alpha_{1H} = 0.5$ とし、

全ての線速度Vにおいて、iが $2 \leq i \leq m$ の範囲において $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ とし、

線速度Vが $2 V_L$ において、iが $1 \leq i \leq m$ の範囲に対して、 P_r を再生光パワーとして、 $P_{bi} = P_r \pm 0.5 \text{mW}$ とし、

線速度Vが V_L において、iが $1 \leq i \leq m$ の範囲において $0.05 < \alpha_i < 0.5$ 、且つ、 $\alpha_{1L} \leq \alpha_{1H}$ とし、

50 線速度V_hにおいて $P_{bi} = P_e$ とすることを特徴とする請

求項3に記載の光記録方法。

【請求項14】 $\beta_m \neq 0.5$ であることを特徴とする請求項13に記載の光記録方法。錄方法。

【請求項15】 T_b を線速度が V_b のときのクロック周期とすると、線速度 V の時のクロック周期 T が $T = T_b \cdot (V_b/V)$ であることを特徴とする請求項14又は15に記載の光記録方法。

【請求項16】 基板上に少なくとも下部誘電体保護層、記録層、上部誘電体保護層、及び、金属反射層を順に設けてなる相変化型媒体において、前記記録層が

{ $(G_eTe_e)_y(Sb_2Te_3)_{1-y}$ }_{1-x}Sb_x (x は $0 \leq x < 0.1$ の範囲で、 y は $0.2 < y < 0.9$ の範囲の数値) 及び { $M_y(Te_{1-x}Sb_x)_{1-y}$ } (y は $0 \leq y < 0.3$ の範囲で、 x は $0.5 < x < 0.9$ の範囲の数値で、 M は In、Ga、Zn、Ge、Sn、Si、Pb、Co、Cr、Cu、Ag、Au、Pd、Pt、S、Se、O のうちの少なくとも1種を示す) の少なくとも1種からなり、前記記録層の膜厚が $1.5 - 3.0\text{ nm}$ 、上部誘電体保護層の膜厚が $1.0 - 3.0\text{ nm}$ であることを特徴とする光記録用媒体。

【請求項17】 ディスク本体と該ディスク本体上に記録された照射光のためのパルス分割情報を備え、該パルス分割情報が、使用されるディスク本体の線速度に従って複数のパルス分割方法から1つを選択するための情報であることを特徴とする相変化型光学的情報記録媒体。

【請求項18】 マーク長変調された記録情報と照射光のパルス分割情報を有する相変化型光学的情報記録媒体に用いるディスク駆動装置であって、記録媒体の線速度に従って、前記パルス分割情報に含まれる複数のパルス分割方法の1つを選択してパルス分割を実行することを特徴とするディスク駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光学的記録媒体および光学的記録方法に関する。より詳しくは、レーザー光などの照射により、情報を記録、消去、再生可能な相変化型光学的記録媒体について、記録可能な線速を広範囲に拡大し得る記録方法及びこれに利用される記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、情報量の増大、記録・再生の高密度・高速化の要求に応える記録媒体として、レーザーを利用した光ディスクについての開発が盛んに行われている。記録可能な光ディスクには、一度だけ記録が可能な追記型と、記録・消去が何度も可能な書換え型がある。書換え型光ディスクとしては、光磁気効果を利用した光磁気記録媒体や、可逆的な結晶状態の変化を利用した相変化媒体が挙げられる。相変化媒体は外部磁気を必要とせず、レーザー光のパワー変調だけで、記録・消去が可能である。さらに、消去及び再記録を単一ビームで

同時にを行う、1ビームオーバーライトが可能であるという利点を有する。1ビームオーバーライト可能な相変化記録方式では、記録膜の μm オーダーの微小部分を非晶質化させることによって記録マークを形成し、これを結晶化させることによって消去を行う場合が一般的である。このような、相変化記録方式に用いられる記録層材料としては、カルコゲン系合金薄膜を用いることが多く、例えば、Ge-Te系、Ge-Te-Sb系、In-Sb-Te系、Ge-Sn-Te系合金薄膜等が挙げられる。

- 10 【0003】 一般に、書換え型の相変化記録媒体では、相異なる2つの状態(結晶化及び非晶質化)を実現するために、異なる2つのレベルのレーザー光パワーを用いる。この方式を、結晶化された初期状態から非晶質マークを形成し、また、これを再び結晶化して非晶質マークの消去を行う場合を例にとって説明する。結晶化は、記録層の結晶化温度より十分に高く、融点よりは低い温度まで記録層部分を加熱することによってなされる。この場合、結晶化が十分なされる程度に冷却速度が遅くなるように、記録層を誘電体層で挟んだり、ビームの移動方向に長い梢円形ビームを用いたりする。一方、非晶質化は融点より高い温度まで記録層を加熱し、急冷することによって行う。通常の相変化媒体において1ビームオーバーライトを行う際には、記録パルスを記録レーザーパワーとそれよりも低いパワーの消去レーザーパワーとの間で変調して、既に記録されている過去の非晶質マークを消去しながら記録を行う。この場合、誘電体層は、記録層で十分な冷却速度(過冷却速度)を得るために放熱層としての機能をも有する。さらに、上述のような、加熱・冷却過程における記録層の溶融・体積変化に伴う変形や、プラスチック基板への熱的ダメージを防ぎ、或いは、湿気による記録層の劣化を防止するためにも、上記誘電体層が重要な役割を有する。一般に、誘電体層の材質は、レーザー光に対して光学的に透明であること、融点・軟化点・分解温度が高いこと、膜形成が容易であること、適当な熱伝導性を有すること等の観点から選定される。
- 20 【0004】 【発明が解決しようとする課題】 上記相変化媒体では、記録及び消去時の熱特性がレーザービームの走査速度、即ち、線速度によって大きく影響を受けることから、相変化媒体の作成時においては、記録および消去特性を向上させるために、目的とする記録装置の記録・消去時のディスク線速度に応じて媒体の記録層組成又は層構成を最適化する必要がある。非晶質マークの形成は、一旦記録パワーで溶融せしめた記録層を、臨界冷却速度以上の速さで冷却することによって行われる(Mitsubishi Kasei R&D Review vol.4 No2 p68-81)。この冷却速度は、同一層構成を用いた場合には線速度に依存する。つまり、高線速では冷却速度が速くなり、低線速では冷却速度は遅くなる。これを確認するため、本発明の実施例でも用
- 30
- 40
- 50

いた層構成である、ポリカーボネート基板上にZnS : SiO₂混合膜を100 nm、GeSbTe記録層を25 nm、ZnS : SiO₂混合膜を20 nm、Al合金膜を100 nm順次に形成したディスクで、一般的な差分法を用いた熱分布シミュレーションを行った。この場合、計算上の記録パワー（レベル）Pw、及び、ベースパワー（レベル）Pbを照射し、記録層について、最高到達温度1350°Cまで昇温した後に、温度が降下する過程において融点（600°C）付近における臨界冷却速度を、パルス照射開始位置から0.1 μm進んだ位置で調べた。結果は、線速度が10 m/s以上では数K/nsec以上、4 m/sでは2.2 K/nsec、1.4 m/sでは0.9 K/nsecであった。

【0005】一方、非晶質マークを消去するには、記録層をその結晶化温度以上で融点以下に一定時間保持する必要がある。この保溫時間は、逆に、高線速では短く、低線速では長くなる傾向がある。従って、線速度の比較的大きな記録装置では、光ビームを照射した際に、その照射された部分の記録層の熱分布が時間的、空間的に比較的急峻になるため、消去時の消し残りが懸念される。かかる記録装置に対応するためには、比較的短時間で結晶化すなわちマーク消去が可能なるように、記録層に結晶化が比較的速い組成の化合物を用いたり、全体として熱の逃げにくい層構成にしたりする。逆に、線速度が比較的遅い記録装置では、前述のように冷却速度が遅くなることから、記録時の再結晶化が懸念される。そこで、線速度の比較的小さな記録装置に対応するためには、目的のマーク長さを得るために、記録マーク形成時の再結晶化を防ぐ方法として、記録層に結晶化が比較的遅い組成の化合物を用いたり、熱の逃げやすい層構成にしたりする。

【0006】具体的には、高線速用媒体には、層構成として記録層と反射層との間の熱絶縁層を厚くして熱を逃げにくくし、或いは、材料として例えばGeSbTe系合金を利用する場合ではGeTe - Sb₂Te₃ライン上の結晶化しやすい組成を利用する等の工夫がなされる。一方、低線速用では、上記熱絶縁層を薄くして熱が逃げやすい構造になるようにし、或いは、Sbを高線速用媒体に利用する場合よりも多く入れて再凝固時に結晶化しにくくする等の工夫がなされる。

【0007】上記のような記録層組成を採用し或いは層構成の最適化を行う等により、目的とする駆動装置で、良好な特性で情報の記録、消去及び再生を行うことが可能である。しかし、線速度が比較的大きな記録装置用に最適化した媒体では、結晶化速度を大きくしているので、線速度が小さな領域では、再結晶化のために非晶質ビットが形成しにくく使用できない。逆に媒体を低線速に合わせると、非晶質ビットを形成しやすい組成・層構成としているので、高線速では消去しにくい。結局、記録媒体の最適化のみでは線速度マージンを大きく広げる

ことは出来なかった。

- 【0008】近年、記録、消去に費やす時間を短縮するために記録及び消去時の媒体の線速度は大きくなっているものの、他方で、情報を実時間に沿って記録したいとする要請がある。例えば、映像や音楽等の記録の場合であり、この場合、実時間に沿って記録することが必須である。また、この場合、実時間に沿って記録を行った後には、その情報の編集のための記録は高速で行いたいという要請もある。更に、同一の記録媒体を、記録可能CDのような比較的低線速（例えば、1.2 m/s ~ 1.4 m/s 及びその4~6倍速まで）での用途、及び、現行の光磁気ディスク（約10 m/s以上）のような高線速での用途の双方に使い分けることができれば、マルチメディア用の記録媒体として特に好ましい。しかし、このような要求を満たすために、その記録媒体の層構成や記録層組成が最適化された本来の線速度より大幅に小さな線速度で記録を行うと、目的とするマーク長が記録できずに、情報の記録が出来ない場合があった。これは、相変化記録媒体に於いては、一般に、記録層の微小部分にレーザーを照射しその微小部分を溶融させた後にこれを急冷することにより非晶質マークを形成するが、ディスク線速度が比較的小さな場合には、前述のように、記録溶融後に再結晶化が起り、十分な非晶質マークの形成が困難となるためと考えられる。溶融後に再結晶化した記録マークの再生波形を観察すると図1のようになり、非晶質膜部分の状態を示す図2を併せて参照すると、記録マークの前半部分では再結晶化が大きく、マーク後半部分では比較的良好に非晶質が形成されていることが判る。このことは、記録パワーに相当するレーザービームの連続照射により、マーク後半部分に相当する領域へのレーザー照射による熱が、一旦は溶融したマーク前半部分に相当する領域に伝導し、その結果、マーク前半部分が急冷されずに再結晶化してしまうことによると説明できる。この場合、マーク後半部分では、その後に記録パワーに相当するレーザービームが照射されなくなるために、余計な熱の伝導がなく、溶融した部分が良好な非晶質になる。以上を考慮すると、記録パワーの照射開始後に、一旦パワーを落とすことによって記録パルスを分割すれば、記録層の時間的な温度変化が急冷的になり、記録時の再結晶化によるマークの劣化を抑えることが可能になると推論できる。
- 【0009】上記を考慮した記録方法の例としては、特開平2-165420号、特開平4-212735号、特開平5-62193号、特開平5-325258号、特開平1-116927号の各公報、JJAP. vol. 30 No. 4 (1991)p677-681等があり、また、オフパルスを利用したものでは第40回応用物理学関係連合会春季講演会29a-B-4、特開平7-37251、特開平6-4867号、特開平1-253828号、特開平1-15023号、特開平1-315030号、特開平4-3138

16号、特開平2-199628号、特開昭63-113938号の各公報等が挙げられる。しかし、これらの方法では、いずれもパルス分割方法が一定であるために、ある一定範囲の線速度での記録時には有効であるが、線速度が大きく異なる条件下では良好な記録が行えない場合が多く、一定のパルス分割方法を用いる限り、特定の1つの媒体で対応可能な線速度の範囲には限界があった。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記問題の解決のため、線速度にあわせたパルス分割の方法をここで提案する。本発明者らは、低速度になるに従って記録層から熱を素早く逃がして非晶質化しやすいように工夫し、そのパルス分割方法を線速度に併せて指定できるようにと考えた。即ち、本発明の要旨は、記録パルスの分割方法そのものではなく、線速度に応じたパルス分割方法の変更方法にある。本発明によると、特定の1枚のディスクの線速度の使用マージンを広げることが可能になる。以下、詳述する。

【0011】本発明の記録方法では、まず、光学的に識別可能な結晶及び非晶質状態を利用して、少なくとも記録パワー P_w 、消去パワー P_e 、バイアスパワー P_b の3値のレーザー光変調によりオーバーライト可能な光記録媒体に、長さ nT (n : 2以上の自然。 n の取りうる値の最小、最大値をそれぞれ、 n_{min} 、 n_{max} とする。また、 T : 基準クロック周期) のマーク長変調記録をするための記録信号パルスを分割する。この分割は、記録パワーの印加期間を α_i ($1 \leq i \leq m$)、バイアスパワーの印加期間を β_i として、各期間を順次に $\alpha_1 T / \beta_1 T / \alpha_2 T / \beta_2 T / \dots / \alpha_m T / \beta_m T$ となるように構成して、レーザパワーを m 個のパルスに分割する。ここで、上記の通り、 $\alpha_i T$ は記録パワー P_w を印加する時間、 $\beta_i T$ はバイアスパワー P_b を印加する時間である。

【0012】本発明では、上記分割において、 $n_L = n - j = \alpha_1 + \beta_1 + \dots + \alpha_m + \beta_m$ (但し、 J は $0 \leq j \leq 2$ の範囲の実数)、 $m = n - k$ (k は $k = 0, 1$ 又は 2 、 $n_{min} - k \geq 1$ を条件として、線速度 $V_L \leq V \leq V_h$ ($V_h \geq 2V_L$) の範囲で、少なくとも記録時の線速度を連続的または段階的に可変とした場合に、この選択された線速度に応じて分割パルス幅 $\alpha_i T$ の組合せ及びバイアスパワー P_b の少なくとも一方を変化させる。

【0013】本発明の好ましい例では、例えば、 $V_L < V_1 < V_2 < V_h$ となる線速度 V_1 、 V_2 においては、 $1 \leq i \leq m$ なるすべての*i*に対して、 $\alpha_{iL} \leq \alpha_{i1} \leq \alpha_{i2} \leq \alpha_{ih}$ が成立するようとする (但し、 α_{iL} 、 α_{i1} 、 α_{i2} 、 α_{ih} はそれぞれ、 V_L 、 V_1 、 V_2 、 V_h の時の分割された個々のパルス幅)。さらに、上記各 $\beta_i T$ 期間におけるバイアスパワー P_{bi} と P_e との比 P_{bi}/P_e を θ_{iL} とするとき、 $\theta_{iL} \leq \theta_{i1} \leq \theta_{i2} \leq \theta_{ih}$ が成立するようとする。た

だし、少なくとも V_L においては $\alpha_{iL} < \alpha_{ih}$ 、または $\theta_{iL} < \theta_{ih}$ とする。

【0014】本発明の相変化型記録媒体では、上記で採用されるべき複数の分割方法に関する情報を線速度に対応させて記録している。ディスク駆動装置は、選定する線速度に対応させてクロック周波数を選定すると共に、媒体に記録されたこの情報に基づいて、線速度に対応して複数のパルス分割方法からその1つを選択する。

【0015】上記パルス分割方法を採用できる本発明の

- 10 相変化型記録媒体は、記録層を $\{(G_x T_e)_x, (Sb_x Te_x)_{1-y}\}_{1-x} Sb_x$ (x は $0 \leq x < 0.1$ の範囲で、 y は $0.2 < y < 0.9$ の範囲の数字) 及び $\{M_y (Te_{1-x} Sb_x)\}_{1-y}$ (y は $0 \leq y < 0.3$ の範囲で、 x は $0.5 < x < 0.9$ の範囲の数字で、 M は In 、 Ga 、 Zn 、 Ge 、 Sn 、 Si 、 Pb 、 Co 、 Cr 、 Cu 、 Ag 、 Au 、 Pd 、 Pt 、 S 、 Se 、 O のうちの少なくとも1種を示す) の少なくとも1種から構成し、前記記録層の膜厚が $15-30 nm$ 、上部誘電体保護層の膜厚が $10-30 nm$ となるように形成することが好ましい。

20 【0016】

【発明の実施の形態】線速度がほぼ一定である記録方法としては、一般的なCLV (Constant Linear Velocity)、ゾーンごとに線速度が一定であるZCLV (Zoned CLV) 等がある (尾上守夫監修、光ディスク技術、ラジオ技術社)。ZCLV形式においては、ゾーン内では若干線速度は変化するが全体として線速度はほぼ一定に保たれている。今日においては、CDの線速を1倍速 ($1.2 m/s \sim 1.4 m/s$) の間で可変とすること自体は公知の技術である。

- 30 【0017】例えば、ある最大線速度 V_h の時に採用されるクロック周期を T_h とする。 n を指定すると、 nT_h によって記録されるマーク長さが決まる。低線速度 V で同じ長さのマークを記録するには、クロック周期 T を計算上 $(V_h/V) \times T_h$ とし、 nT_h パルスにより同じ長さのマークが得られる筈である。線速に応じてこのようにクロック周期 T を調整することは既に一般的に行われている。しかし、実際には熱拡散によるマーク長の拡大、あるいは再結晶化によるマーク長短縮により、必ずしも所望のマーク長が得られない。このようなことは、最低

- 40 線速度 V_L が $4 \sim 6 m/s$ 未満の低線速度の場合に特に起こりやすい。そこで、記録パルスを分割し、個々の分割パルス幅を短くすることで記録層内の温度分布を調整する。このマーク長変調した記録方法を図3に示す。このようなマーク長変調を利用する変調方式には、1-7変調、EFM変調等がある。これらのマーク長記録では、記録マークの始端位置と後端位置とが記録データに対応するため特に重要である。

- 【0018】本発明においては、線速度に対応してパルス分割方法を決めるパラメータ $m = n - k$ 、 $n - j = (\alpha_1 + \beta_1 + \dots + \alpha_m + \beta_m)$ 、 $n_{min} - k \geq 1$

を条件として、 $\alpha_i T$ 及び Pb のうち少なくとも一方を下記の法則に従って可変とし、同一の媒体の適用可能線速を広げる構成を採用する。即ち、本発明では、線速度が小さく冷却速度が遅くなった場合には、記録パワー Pw がオフとなるパルス幅 $\alpha_i T$ を短くし、オフとなる時間 $\beta_i T$ を長くし、又は、記録パワー Pw がオフとなる期間 $\beta_i T$ に印加されるレーザー光パワー（バイアスパワー） Pb_i を低線速ほど低くすることで、1マーク内に熱がたまることを抑制して冷却速度を増大せしめ、再結晶化を防止する。あるいは、これらに加えて、1つのマークを記録するために分割された記録パルスの1つが、後続する記録パルスにより再加熱されることを抑制するために、分割された記録パルス間に照射される光エネルギーを制御することにより、非晶質マーク形成のために溶融された領域の冷却速度を制御する。より定式化するならば、相変化型光記録媒体に情報を記録する線速度の範囲（ $V_L \sim V_h$ ）において、 $V_L < V_1 < V_2 < V_h$ となる線速度 V_1 、 V_2 においては、 $1 \leq i \leq m$ なるすべての*i*に対して、

$$\alpha_{iL} \leq \alpha_{i1} \leq \alpha_{i2} \leq \alpha_{ih} \quad (1)$$

が成立するようになる。ここで、 α_{iL} 、 α_{i1} 、 α_{i2} 、 α_{ih} はそれぞれ、 V_L 、 V_1 、 V_2 、 V_h 時の分割された個々のパルス幅である。

【0019】上記に代えて、或いは、上記に加えて、上記 $\beta_i T$ 期間における各バイアスパワー Pb_i と消去パワー Pe との比 Pb_i/Pe を θ_i とし、 θ_{iL} 、 θ_{i1} 、 θ_{i2} 及び θ_{ih} を、同様に夫々 V_L 、 V_1 、 V_2 及び V_h のときの θ_i とするとき、

$$\theta_{iL} \leq \theta_{i1} \leq \theta_{i2} \leq \theta_{ih} \quad (2)$$

することが出来る。

【0020】上記いずれの場合にも、少なくとも V_L においては、

$$\alpha_{iL} < \alpha_{ih} \quad (3)$$

又は、

$$\theta_{iL} < \theta_{ih} \quad (4)$$

が少なくとも1つの*i*に対して成り立つようになる。但し、当然のことながら、記録パワー Pw 、消去パワー Pe は個々の線速によって異なる値をとる。

【0021】特に、 Pe は、それのみを直線的に一回だけ照射したときに、非晶質マークを消去できるパワーに選ばれる。より具体的には、 $f_{max} = 1 / (2n_{max}T)$ 、又は、 $f_{min} = 1 / (2n_{min}T)$ なる单一周波数（デューティ比50%）で記録したマーク上に直線的に Pe を照射したときに、消去された信号のキャリアレベルの減衰が約20dB以上となる Pe が選ばれる。或いは、 $f_{max} = 1 / (2n_{max}T)$ なる单一周波数なる（デューティ比50%）で記録したマーク上に、 $f_{min} = 1 / (n_{min}T)$ なる单一周波数（デューティ比50%）の信号でオーバーライト（このとき、記録パルスは分割してもしなくても良いが、 Pw と Pe の2値で変調を

行う）したときに、 f_{min} のキャリアレベルと消去された f_{max} のキャリアレベルの差が約20dB以上となるように Pe を選ぶ。なお、 Pw は f_{max} 及び f_{min} の記録信号のC/N比（Carrier to Noise比）が約45dB以上となるように選ばれる。

【0022】 Pw 、 Pe および、クロック周期 T を記録時の線速に応じて変更することは公知である。しかし、本発明のごとく、パルス分割方法を線速に応じて、しかも一定の法則に従って変化させることは、本発明者等が最初に提案するものである。これらのパルス分割方法を記述するパラメータは、線速に応じて連続的に変化させてもよいが、一定の線速の範囲ごとに段階的に変化させてもよい。

【0023】上記の光記録方法で、記録パワーをオフとする $\beta_i T$ 期間におけるバイアスパワー Pb_i が、通常の3値記録を行う場合の消去に必要なパワー Pe 以下の任意値をとり（図4）、しかも Pb_i の値が $\beta_i T$ の間に変化し数種類のレベルをとってもよいものとすることが出来る。この場合、熱分布を細かく制御することが可能になり、非晶質マークの形が整えられ、また、記録信号のジッターを良好にすることが可能になる。また、より急冷的になるために、再結晶化領域を小さくすることが可能で、記録感度が向上する場合もある。ここで、 Pb_i が0になるとサーボ信号がとれなくなり、トラッキングサーボがからなくなるので好ましくない。また、 Pb_i が Pe を超えると、記録層が溶融するため、かえって消去不可能となるため好ましくない。結局、 Pb_i は、0より大で Pe 以下であることが好ましい。

【0024】 V が10m/sとなる高線速では、特に Pb を $Pb=Pe$ （一定）としてオーバーライトできる媒体が望ましい。高線速では、クロック周期が短く Pb の切り替え回路に高速応答性が必要になるためである。しかし、低線速で使用する場合には、クロック周期が長く、パルス制御回路の応答性に対する要求が緩和されるので、非晶質マークの形を整えるために、 Pb を1種類の値ではなく、数種類の組み合わせにすることは、回路を複雑にするものの、時には好ましい。図5(a)に例示した4Tマークのためのパターンでは、 $\beta_i T$ の期間中に、まず、 $0 < Pb < Pe$ をとり、次いで、 $Pb=Pe$ と変化する場合を挙げた。また、図5(b)に例示したパターンでは、先に $Pb=Pe$ をとり、その後 $Pb < Pe$ と変化する例をあげた。このように、 $\beta_i T$ において Pb_i が複数の値 Pb_{ij} （但し、 $\beta_i = \sum_j \beta_{ij}$ であり、 Pb_{ij} は、 β_i 内をさらに分割した区間 $\beta_{ij} T$ においてとるバイアスパワー値）をとりうる場合には、上記 θ_i に代えて、 $\theta_i = \sum_j (Pb_{ij} \beta_{ij} T) / (Pe \cdot \beta_i T)$ を定義し、(2)式及び(4)式が成り立つようになる。

【0025】上記の光記録方法において、マーク先端部は、直前のレーザーパワーが消去パワーであり、通常は

温度が上がりにくいため、先頭の分割パルスのパルス幅をその後に続くパルスより長くすると良い場合がある。この例を図6 (a) に示した。また、個々の分割された記録パルスの立ち上がりは、必ずしもクロック周期と同期している必要はないが、パルス制御回路を簡単にするためには、同期していることが望ましい。ただし、その場合にも、一つのマーク長に対する先頭パルスまたは最終パルスの立ち上がりだけをクロック周期Tから高々Tだけずらすことは、異なるマーク間の熱干渉を補正する上で効果がある。さらには、先行するマークとの熱干渉を抑制するため、後続マークの先頭パルスの直前（最大でも2T時間経過以前）にオフパルス区間を設けることも複雑にはなるが有効である。この例を図6 (b) に示した。

【0026】記録パワー P_w は、個々の線速においては、パルス長 nT に依存せず一定であり、且つ、一つのマーク内の分割された個々のパルス相互で一定であることが、パルス制御回路を簡素化する上で望ましい。しかしながら、1つのマーク内の先頭パルスの記録パワーから後続するパルスの記録パワーを段階的に変化させる、特に後続パルスの記録パワーを低めにすることは、時には有効となる。場合によっては、さらに、 nT マークを記録するのに、必要なパルス長 nT 分のレーザパワー、つまり、 $(\alpha_1 + \beta_1 + \dots + \alpha_m + \beta_m) = n$ となるパルス列を印加すると、加熱時間が長くなりすぎて、必要な長さより長いマークが書いてしまうことがある。その場合には、 $(\alpha_1 + \beta_1 + \dots + \alpha_m + \beta_m) = n - j$ (j は $0 < j \leq 2$ の範囲の実数) として、それに応じてパルス分割数 $m = n - k$ を変化させてもよい。図7には、例として、 β_i ($1 \leq i \leq m-1$) を一定とし、 β_m のみ異なる値とするパターンを例示した。この場合、 β_m の調整により、 $n - j$ を変化させ、所望のマーク長 nT を得ることができる。

【0027】線速に応じて変化させるべきパルス分割方法のパラメータは前述のように少なくとも2種類あるが、このパラメータのうち、パルス分割数 $m = n - k$ 、パルス長 $n - j$ 、及び、 $\alpha_i + \beta_i$ を線速によらず一定とし、 $V_L < V_1 < V_2 < V_h$ となる線速度 V_1 、 V_2 において、(1) - (4) 式の全てが成り立つようにすることは、パルス制御回路を簡素化する上で望ましい。より一層望ましくは、使用する最大線速度 V_h において、

$$\alpha_{1h} = 0.5, 1.0, \text{ 又は } 1.5, \text{ 及び}$$

$$\beta_{1h} = \alpha_{1h} = 0.5 \quad (2 \leq i \leq m)$$

とし、且つ、全ての線速度において、

$$\alpha_i + \beta_i = 1.0 \quad (2 \leq i \leq m)$$

とする。このようにすると、個々の記録パルスの立ち上がりが、一定の遅延は別として、基準クロックに同期する。従って、パルス制御回路の設計が更に容易になる。ここで、線速度 $V_L \leq V < V_h$ の範囲の線速度 V において、低線速になればなるほど、パルス幅を短くして再結

晶化を防げばよい。しかし、あまりパルス幅を短くすると、記録感度が悪くなり好ましくないので、実際上は $0.05 < \alpha$ と下限を設けることが好ましい。

【0028】本発明では、マーク長変調記録を対象とするが、マーク端検出方式には制限されない。すなわち、Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 31(1992), 584-589ppに開示されているような、単純な直流レベルによるスライス、又は、2回微分によるピーク検出のいずれでもよい。また、同文献に開示されているような、マーク端の検出を

10 マーク前端と後端とで別々に行う方法も有効である。

【0029】本発明を適用できる光記録媒体は、いわゆる相変化型記録媒体であって、結晶状態を未記録状態とし、非晶質の記録マークを形成する形式のものである。この種の相変化媒体の構成の1例を図8に示す。もちろん、本発明はこの層構成に限定されるものではない。図8において、基板1上に、下部保護層2、相変化型の記録層3、上部保護層4、金属または半導体からなる反射層5、及び、紫外線または熱硬化樹脂からなる保護層6が順次に形成されている。符号2-5で示した各層は、

20 通常はスパッタ法で成膜される薄膜である。記録再生用の集束光は、一般に、透明基板1を透過して記録層3に照射される。記録層3は記録パワー P_w の照射により局所的に加熱されて溶融し、集束光照射光のオフにより、急激に冷却され、固化する際に非晶質となる。非晶質マークは P_e の照射により、融点以下で結晶化温度以上の温度となるように加熱されて再結晶化され、消去される。このような原理でオーバーライトできる記録層材料としては、すでに述べたようなGeSbTe合金（なかでも、GeTeとSb₂Te₃の疑似2元合金）、Sb₇₀Te₃₀共

30 晶組成の近傍でAg、Cu、Au、Ge、Pd、Pt等を添加したものが挙げられる。これらの合金では、特にSb量の制御により、結晶化速度および非晶質形成能、あるいは結晶化温度を制御し、使用する線速度にあわせて最適化を行っている。例えば、GeTe-Sb₂Te₃疑似2元合金にSbを添加していくと、非晶質形成能が増し、結晶化速度が遅くなるので、低線速向きとなる。また、記録層2や保護層4の厚み、保護層2、4及び反射層5の熱伝導率を制御することで、記録時に形成された溶融領域の過冷却速度を制御することでも、線速に適合させる制

40 御が可能となる。例えば、保護層の熱伝導率を高くする、或いは、記録層および上部保護層の厚みを15-30 nmとして、記録層から反射層への熱拡散を促進すると、非晶質形成が促進されるので、低線速向きとなる。

【0030】本発明の具体的な応用例としては、記録可能なコンパクトディスク(CD-E)が挙げられる。CD-Eでは、 $V_L = 1.2 \sim 1.4 \text{ m/s}$ であり、1倍速、及び、2、4、6倍速の全てで記録再生できれば望ましい。このような、CD-Eの使用方法は、公表されてはいないが、現在すでに市場に出回っている、ライトワーン型の記録可能なCD(CD-R、CD-Recordabl

e) では、1~6倍速の広線速で記録可能であることが望ましいとされている。この場合、好ましいパルス分割方法としては、まず、マーク長変調方式として $m = n$ 、 $n - 1$ 、又は、 $n - 2$ なるE FM変調を採用し、 V として V_L 、 $2V_L$ 、 $4V_L$ または、 $6V_L$ の有限個の値を取りうるものとする。線速 $2V_L$ 以上において $\alpha_{1h} = 1.5$ 又は 1.0 、 $\beta_{1h} = \alpha_{1h} = 0.5$ ($2 \leq i \leq m$) とし、且つ、全ての線速度において、 $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ ($2 \leq i \leq m$) としている。更に、線速度 $2V_L$ では $Pb_i = Pr \pm 0.5 \text{ mW}$ ($1 \leq i \leq m$ 、 Pr は再生光パワー)、線速度 $V_h = 4V_L$ 又は $6V_L$ においては $Pb_i = Pe \pm 0.5 \text{ mW}$ ($1 \leq i \leq m$)、線速度 V_L においては $0.05 < \alpha_i < 0.5$ ($2 \leq i \leq m$) 及び $\alpha_{1L} \leq \alpha_{1h}$ となるように線速度に応じて記録パルス分割方法を変更させる。但し、 $\beta_m \neq 0.5$ (0であり得る) とする。すなわち、各マーク最後端のオフパルス期間はマーク内のオフパルス期間と異なる時間とすることが出来る。こうすることで、種々の線速度で記録を行う多種のドライブ装置に対して、1種類の媒体で対応できる。

【0031】上記光記録方法に適したCD-E記録媒体として、より具体的には、基板上に少なくとも下部誘電体保護層、 $\{(GeTe)_x(Sb_2Te_3)_{1-x}\}_{1-x}Sb_x$ ($0 \leq x < 0.1, 0.2 < y < 0.9$) 記録層、上部誘電体保護層、金属反射層を順に設けてなり、記録層膜厚が $1.5 - 3.0 \text{ nm}$ 、上部誘電体保護層膜厚が $1.0 - 3.0 \text{ nm}$ とした相変化型媒体が挙げられる。或いは、この記録層を、 $M_y(Te_{1-x}Sb_x)_{1-y}$ ($0 \leq y < 0.3, 0.5 < x < 0.9$ 、 $M = In, Ga, Zn, Ge, Sn, Si, Co, Cr, Cu, Ag, Au, Pd, Pt, S, Se, O$ のうちの少なくとも1種) に代えてもよい。特開平4-212735号公報及び特開平5-62193号公報は、特にCD線速において書き換え可能なGeSbTe記録層を用いた相変化型記録媒体に関する方法の先駆であり、長マークで記録パルスを分割する記録方法が示されている。しかし、上記2倍速 $2V_L$ におけるパルス分割方法は示唆すらされておらず、また、2、4、6倍速で記録するときに生じる線速度依存性の問題についてはなんら触れていない。更に、ある一定の法則に従って記録パルス分割方法を変更して、線速依存性を克服する方法については、全く開示されていない。特開平7-37251号公報、及びその発明者等による学会発表 (International symposium on Optical Memory, 1995, Knana zawa, Japan, No.P-33)においては、AgInSbTe記録層を用いたCD-E媒体の例及びその記録方法が例示されている。しかしながら、やはり、線速度依存性の問題及びその解決方法についてはなんら開示されていない。

【0032】上記例において、最小線速度 V_L が $1.2 \sim 1.4 \text{ m/S}$ の範囲にあるマーク長変調記録にあっては、 m を $m = n$ 、 $n - 1$ 又は $n - 2$ に選定し、線速度 V

が $V = V_L$ 、 $2V_L$ 、 $4V_L$ 、又は、 $6V_L$ の有限個の値をもとるものと選定し、この各線速度 V において、 i が $2 \leq i \leq m$ の範囲では、 $\alpha_i + \beta_i = 1.0$ とし、且つ、 i が $1 \leq i \leq m$ の範囲では $P_{bi} = Pr \pm 0.5 \text{ mW}$ とし、線速度 V が低下するとき、全ての*i*に対して α_i が単調に減少するように構成することが出来る。また、この場合、 $\beta_m \neq 0$ とすることが、トラッキングサーボの観点から好ましい。

【0033】本発明のもう一つの有効な利用方法は、一定角速度 (constant angular velocity, CAV) で回転する相変化型ディスクの内外周の線速度差によって生じる線速度依存性を解消することである。すなわち、記録領域の内外周の半径が2倍以上になるような半径の大きな媒体では、内外周に2倍以上の線速度差が生じる。線速度依存性を克服するために、内外周で記録層組成や層構成を変化させることは、製造時に特別の工夫を要し困難である。そこで内外周の線速度に応じて、本発明に従って記録パルス分割方法を変化させることにより、半径方向に均一な媒体においても、ディスク全面にわたって不都合無く情報を記録できる。この記録パルス分割方法の半径位置に伴う変更は、例えば、通常のZCAV (Zoned CAV) 方式の媒体では、半径位置における基準クロック周期の切り替えと連動して行えば良い。

【0034】本発明の光記録方法をより簡便に且つ有効に利用するため、使用するディスクに、予め例えれば凹凸のピット情報にでパルス分割に関する情報を記録する。そのパルス分割情報は、例えれば、上記パラメータ ($P_w, Pe, Pb, m, j, k, \alpha_i, \beta_i$) のうち可変とするものの組合せを、使用する線速度に合わせて変更する

30 ように記載されていることが好ましい。この記載は、 $V_L \leq V \leq V_h$ の範囲の線速度 V において、 V_L 及び V_h における線速度のみに関して分割方法が記載され、その間の V についても、 V_L 及び V_h に対するパラメータを補間して利用することが可能である。また、上記のCD-Eでは、リードインエリアにある蛇行した溝の周波数変調により、上記パルス分割に関する情報をあらかじめ基板に記載してもよい。ディスク駆動装置は、予めディスクに記載されたパルス分割方法を読みとり、指定されたパルス分割方法及び線速度で記録を行うパルス分割スキームを自動的に実施する。このようなディスク駆動装置を採用することにより、線速依存性は相互に異なるものの、記録情報のフォーマットが相互に同じ複数の相変化媒体が市場に共存した場合にも、その互換性をとることが可能となる。つまり、本発明は、ある特定の相変化媒体上に、ある特定の固定されたパルス分割方法のみを採用したディスク駆動装置で記録した場合に、再結晶化が生じて正常なマークが記録されないという問題を解消し得る。

【0035】上記のように、本発明では、線速度に対応してパルス分割方法を変えることで、線速度の大きく違

う条件、例えば $V_h \geq 2 V_L$ の線速度範囲で記録を行っても、ディスク上に良好な温度分布を作ることが可能となり、低線速における再結晶化や、高線速における消し残り等が抑えられて、1枚のディスクを相変化媒体では、従来不可能とされてきた広い線速において使用できる。

【0036】以下に本発明の実施形態例（実施例）を示すが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。以下の実施例及び比較例では、680 nmのレーザーダイオード、NA=0.60の光学レンズを搭載したパルスティック社製光ディスクドライブテスタを用いて記録（1ビーム・オーバーライト）を行った。再生光パワーPrは1.0 mWで線速によらず一定とした。また、クロック周期Tは線速に反比例させるものとし、1.4 m/sでの記録時に $T = 143 \text{ n sec}$ (7 MHz)、10 m/sで $T = 20.0 \text{ n sec}$ となるように選定した。

【0037】[実施例1、比較例1、2] 実施例1として、ポリカーボネート基板上に $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ [mol%] 層を100 nm、 $Ge_{22.2}Sb_{22.2}Te_{55.6}$ [at%] 層を25 nm、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ [mol%] 層を20 nm、Al合金層を100 nm順次にマグネットロンスパッタリング法にて積層し、更にその上に紫外線硬化樹脂を4 μm設けることにより作成したディスクを用いた。まず、3 T/9 T/7 T/9 T/11 T/9 T（下線部がマーク、下線無し部がマーク間に相当する）のパターンを繰り返し含む繰返しパターンによる評価を行った。適当な条件で数回オーバーライトした後に、再生信号中の11 T/9 T信号振幅のピーク波高値の中心レベルでスライスし、マーク長を検出した。検出にはタイムインターパルアナライザ（TIA、ヒューレットパッカード製、E1725A）及び簡易法（Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 31(1992), 584-589pp等に開示された簡易ピーク検出法）を用いた。

【0038】線速度10 m/sにおいて図9(a)で示すようなパターン、すなわち、 $m=n-j$ 、 $j=0$ ($P_e=P_b$ であるから、 $j=0, 2$ でも同じ)、 $\alpha_i=1.5$ 、 $\beta_i=0.5$ 、 $\alpha_i=\beta_i=0.5$ ($i \geq 2$)としたパルス分割法を用いた（例えば、Proc. Int. Symp. on Optical Memory, 1991, 291-296pp参照）。 $P_w=12.0 \text{ mW}$ 、 $P_e=4.0 \text{ mW}$ でオーバーライトを行い、図10(a)に示したオシログラフのような良好な再生波形が得られた。同様に、クロック周期を線速に応じて調節し、適当な P_w 及び P_e を選ぶことで、20 m/sまでの範囲でオーバーライトを試みたところ、すべて、良好な記録波形がえられた。また、3 T、7 T、11 Tのマーク長で T の 10%未満という良好なマーク長ジッターが得られた。

【0039】比較例1として、同様の構成でパルス分割のパターンを線速度で変化させず、クロック周期Tのみを調整し、1.4 m/sでオーバーライトを試みた。こ

の場合、いかなる P_w と P_e の組み合わせにおいても、7 T および 11 T マークの記録が不可能であった。図10(b)にその波形の一例（比較的ましな例）を示した。マーク長が長い場合に、マーク前半部分がマーク後半部分の記録時の余熱により再結晶化し、非晶質マークの記録ができなかったものと考えられる。更に、比較例2として、1.4 m/s 用に最適化するために、記録層の組成を先の例より Sb リッチとした $Ge_{23}Sb_{28}Te_{49}$ としたところ、非晶質マークは十分に形成されたものの、結晶化速度が遅いため、10 m/s では非晶質マークの消去比が不十分であり、オーバーライトには適さなかった。

【0040】そこで、最も困難なケースとして、10-20 m/s で使用する高線速用媒体で 1.4 m/s でも良好な記録を行うために、本発明の趣旨に従って、以下のようにパルス分割方法の最適化を試みた。

[実施例2] 線速度 10-20 m/s 用に最適化したディスクを用いて、線速度 1.4 m/s で上記の繰返しマーク長パターンによるオーバーライトを試みた。 $m=n$ 、 $j=0, 2$ 、 $P_e=4 \text{ mW}$ とし、 P_b は $P_b=P_{bi}=0.2 \text{ mW}$ と一定にし、且つ、 nT マーク形成のための n 個の分割記録パルスの幅 T_p を、 $T_p=\alpha_i T$ と一定にし、記録パワー P_w を可変とした。このパルスパターンを図9(b)に示した。 $T_p \geq 50 \text{ n sec}$ では、ほとんど非晶質化せず、TIAによるマーク端の検出そのものができなかった。図11(a)及び(b)は夫々、 T_p をさらに短くした場合のマーク長及びマーク長ジッターの P_w 依存性を各 nT マーク (3 T, 7 T, 11 T) について示す。 $T_p=30 \text{ n sec}$ 未満（即ち、0.2 1 T 未満）とした場合に、 $P_w=1.4 \sim 1.7 \text{ mW}$ において、記録マーク nT に対応した適正なマーク長と、0.1 T 未満の良好なジッターが選られた。なお、 $T_p=1.2 \text{ n sec}$ (0.084 T) では、 P_w として $P_w > 1.6 \text{ mW}$ 以上が必要であり、上記テスタでは感度不足であった。

【0041】本実施例では、 β_i については、 β_n 以外はみな等しく、 β_n のみを $j=0, 2$ となるように調整している。

[実施例3] $T_p=20 \text{ n sec}$ ($\alpha_i=0.14$)、 $m=n$ 、 $j=0, 2$ 、 $P_e=0.4 \text{ mW}$ の条件下で、 P_b および P_w を可変とした。図12(a)及び(b)に夫々、マーク長及びマーク長ジッターの P_w 、 P_b 依存性を図11(a)及び(b)と同様に示す。 P_b が 1 mW 程度より小さければ、 $P_w=1.4 \sim 1.7 \text{ mW}$ で、ほぼ 0.1 T 以下の良好なジッターが得られた。なお、 $0 < P_b < Pr$ としても、トラッキングサーボ等に影響はなかった。 $P_b=0.2 \text{ mW}$ と P_b を Pr より低くしても、この程度の時間であれば、トラッキングサーボははずれない。

【0042】実施例2、3から、1.4 m/s ~ 20 m/s といった広範囲の線速度で使用する場合には、特

に、低線速側において、 α_i を小さくすることと、Pbを小さくすることを併用すると良好な結果が得られることが判明した。

【実施例4】 $T_p = 20 \text{ nsec}$ ($\alpha_i = 0, 14$ T)、Pb=0.2mW、Pe=4mWにおいて、m=n又はm=n-1とした場合のマーク長およびマーク長ジッターのPw及びj依存性を夫々、図13 (m=nの場合)、図14 (m=n-1の場合)に示した。マーク長は、 $n-j = \sum (\alpha_i + \beta_i)$ に強く依存する。m=n、及び、m=n-1のいずれにおいてもj=0, 2~0, 7の範囲に最適点が存在することがわかる。m=n-1の場合には、1.4m/s~20m/sの範囲において、mを一定とし、n-j及び α_i のみを線速度に応じて変化させればよいことから好ましい。パルス制御回路としては、mが線速に応じて変化する場合より一定にできるほうが回路構成上好ましいからである。また、n=3, 7, 11のマーク長を含む繰返しパターンを用いて良好な結果を得たことにより、n=3から11の全てのマーク長を含むパターンが採用される、例えば、コンパクトディスク(CD)で用いられるE FM変調方式において、広範囲の線速度でオーバーライトが可能になったことを意味する。但し、T=143nsecでの最短マーク長である3Tは0.6μmに相当し、現行のCDより高密度である。しかし、これが、現行のCDなみの0.8~0.9μmとなつても、若干のパルス幅等の最適化を行えば、同様に広範囲の線速度でオーバーライト可能になる。一方、最短マーク長がさらに小さくなる、例えば、デジタルビデオディスクにおけるマーク長変調記録でも同様である。むしろ、マーク長が短い方が、再結晶化が起こりにくいので、線速依存性に関する問題は軽減される。このような高密度記録媒体においても、本発明のパルス分割方法は適用可能である。

【0043】 **【実施例5】** 10m/sと1.4m/sとの間の中間線速において、上記相変化媒体に上記繰返しパターンをオーバーライトすることとし、例として、2.8m/sにおける記録を行なった。その結果、 $T_p = 15 - 20 \text{ nsec}$ 、j=0, 2, m=n, Pe=4mW, Pb=0.2mWとしたパルス分割パターンにおいて、Pw=約1.5mW以上で、適正なマーク長及び0.1T以下の良好なジッターが得られた。したがって、本実施例の媒体に対しては、少なくとも、CD線速の1~2倍速においては、同じパターンを適用できる。一方、CD線速の約4倍速である5.6m/sにおいては、m=n-1, j=0, 0, Pb=Pe, Tp=20nsecとしたところ、Pw=1.6mW及びPe=4mWで、0.1T以下の良好なジッターが得られた。

【0044】 **【実施例6】** 本発明は、高線速と低線速でのパルス長変調方式が異なる場合にも適用できる。本実施例6では、実際に、10~20m/sの範囲では、コンピュータ周辺機器と光記録媒体で用いられる、n=

2から8迄のマーク長からなる(1, 7) RLL(run-length-limited)符号を用い、1.4m/sにおいてはE FM変調を用いてオーバーライトすることを試みた。この場合、クロック周期Tを一定としたほうがマーク端検出回路が容易になる。もっとも、必ずしも厳密に一致する必要はない。物理的な最短マーク長は、その媒体の物理的特性で決まる線密度の下限であるから、一定にしたほうが良い。そこで、上記(1, 7)変調における最短マーク2TとE FM変調における3Tマークをいずれも0.6μmとするようにクロック周期を変えることが有効となる。図15(a)~(c)に夫々、線速10m/s(E FM変調)、5.6m/s(E FM変調)、及び、1.4m/s(1~7変調)におけるアイパターンを示した。同図にみるように、各線速において良好な波形が得られており、最短マークにおいても、マーク長ジッターは0.1T未満であった。

【0045】 **【(実施例7)】** 記録媒体として、記録層に $\text{Ag}_{1.2}\text{In}_{5.2}\text{Sb}_{62.6}\text{Te}_{23.0}$ の組成の合金薄膜を用い、層構成としては実施例1と同様としたものを用意した。記録には、波長が780nmの半導体レーザ、NA=0.55の光学レンズを用いた。CD2倍線速4.8m/sにおいて、E FM変調方式に対して、図16に示したパルス分割方式で、Pw=1.2mW、Pe=6mW、Pb=Pr=0.8mWのパターンにより記録したところ、良好なアイパターンが得られた。すなわち各マークのジッターがクロック周期の10%未満となった。この媒体を同じパルス分割方式で、クロック周期を倍にしてCD1倍速で記録したところ、再結晶化が著しく、良好なアイパターンが選られなかった。しかし、 α_i を0.33(2≤i≤m, α_i は1.0で変化させず)、Pw=1.1mW、Pe=5mW、Pb=Pr=0.8mWとしたところ、良好なアイパターンが得られた。

【0046】

【発明の効果】 本発明の記録方式を用いることにより、媒体の材質を変えることなく、媒体の線速度マージン、特に、低線速側のマージンを広げることができ、広い線速度の範囲でオーバーライト記録が可能となる。また、記録データのフォーマットには互換性がありながら、記録時の線速度が異なる種々のドライブに対して同一の媒体で対応でき、各線速用に最適化する必要がなくなるので、媒体互換性の問題が解消できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の非晶質マークの反射特性を示すグラフ。
【図2】 図1の非晶質マークの構造を示す模式的平面図。

【図3】 nTマークを記録するマーク長変調方式におけるパルスパターンを例示する波形図。

【図4】 本発明で採用されるマーク長変調におけるパルスパターンを例示する波形図。

【図5】 (a)及び(b)は夫々、4Tマークを記録す

19

るパルスパターンを例示する波形図。

【図6】(a)及び(b)は夫々、パルス印加期間を変えたときのパルスパターンを例示する波形図。

【図7】本発明の実施例で採用されるパルスパターンを例示する波形図。

【図8】本発明で採用される記録媒体の層構成を示す断面図。

【図9】(a)及び(b)は夫々、本発明の実施例で採用されるパルスパターンの波形図。

【図10】(a)及び(b)は夫々、実施例1及び比較例1の再生波形を示すオシログラフ写真。

【図11】(a)及び(b)は夫々、実施例2におけるマーク長及びジッターの記録パワー依存性を示すグラフ。

【図12】(a)及び(b)は夫々、実施例3における図11(a)及び(b)と同様なグラフ。

【図13】(a)及び(b)は夫々、実施例4における図11(a)及び(b)と同様なグラフ。

【図14】(a)及び(b)は夫々、実施例4における、 $m = n$ 及び $m = n - 1$ のときの図13と同様な図。

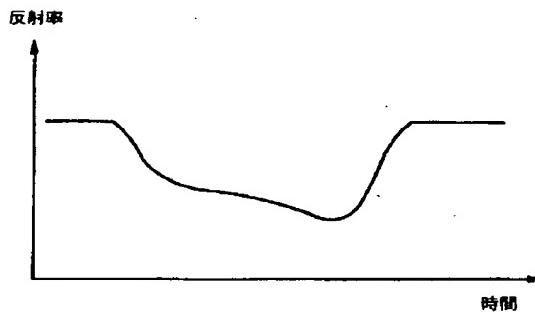
【図15】(a)～(c)は夫々、EFM変調、又は、1～7変調における再生されたアイパターンを示すオシログラフ写真。

【図16】実施例7における記録波形のパターンを示す波形図。

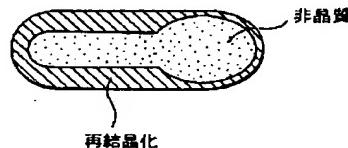
10 【符号の説明】

- 1 基板
- 2 下部保護層
- 3 記録層
- 4 上部保護層
- 5 反射層
- 6 保護層

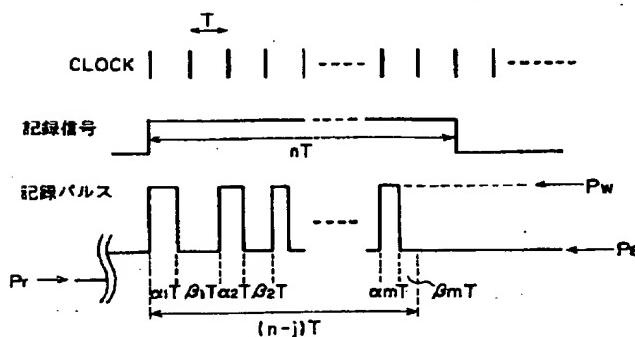
【図1】



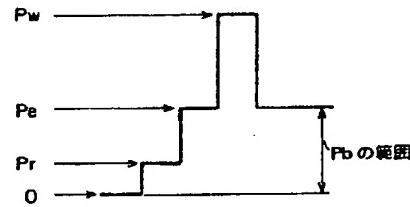
【図2】



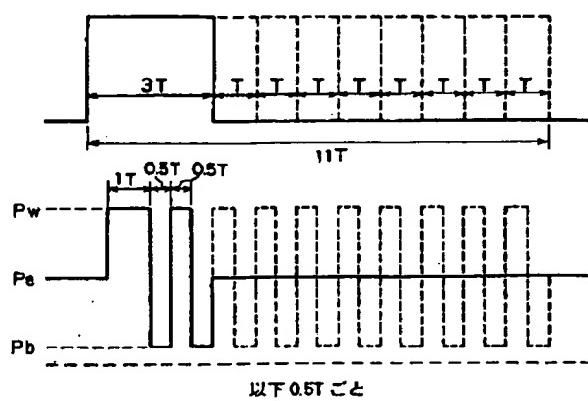
【図3】



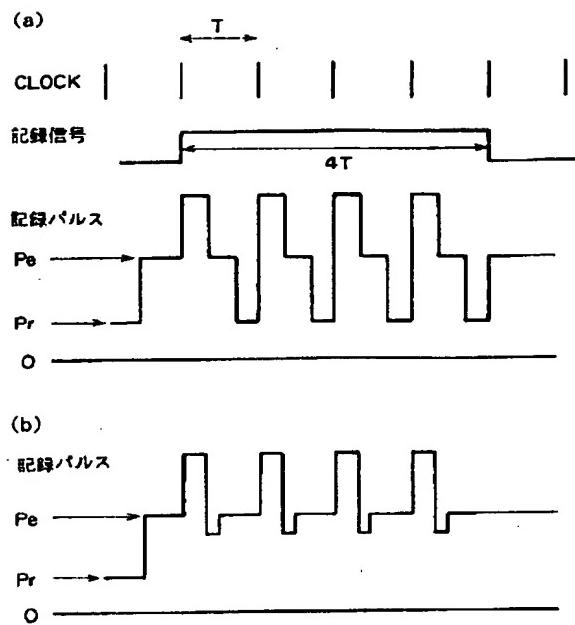
【図4】



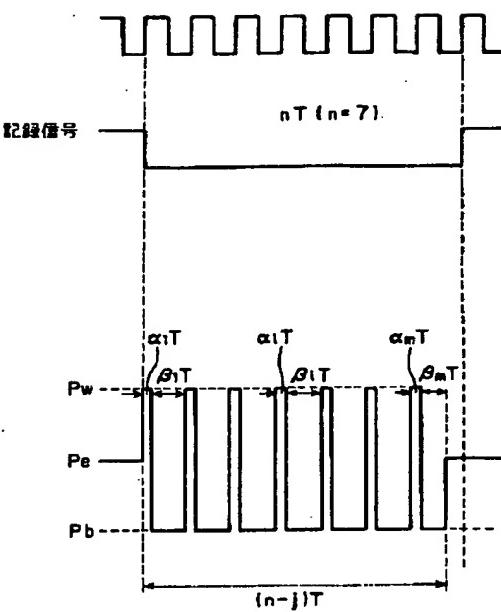
【図16】



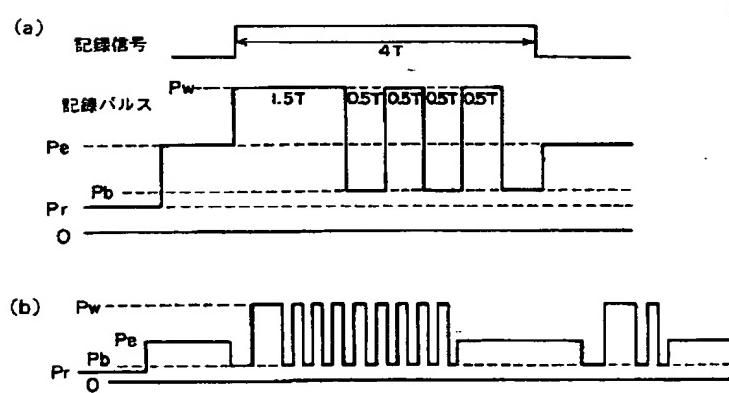
【図5】



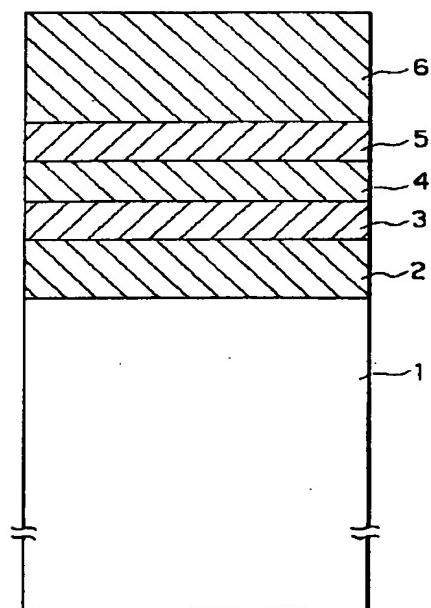
【図7】



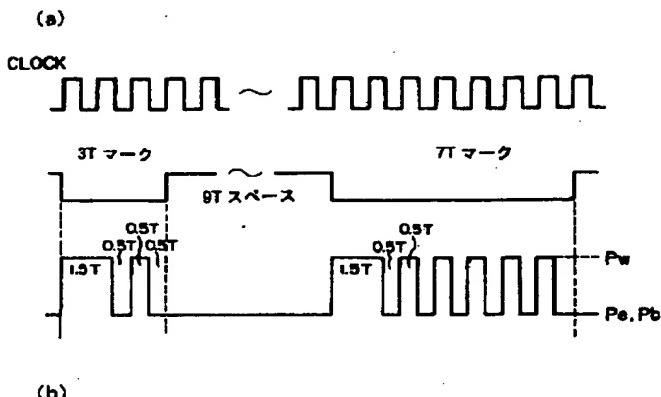
【図6】



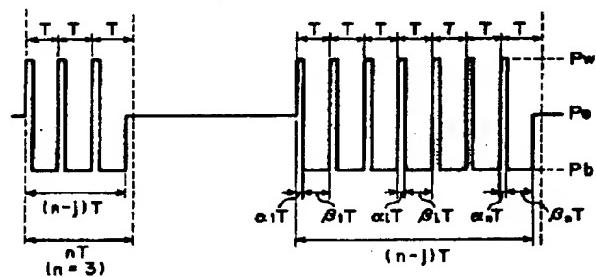
【図8】



【図9】



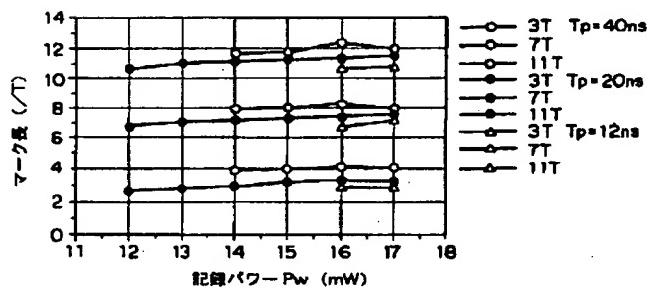
(b)



【图 1-1】

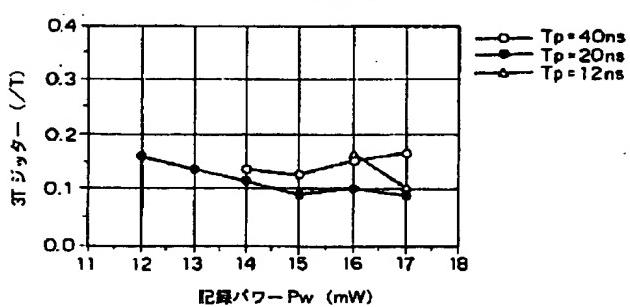
(a)

実施例2 マーク表 VS 記録パワー

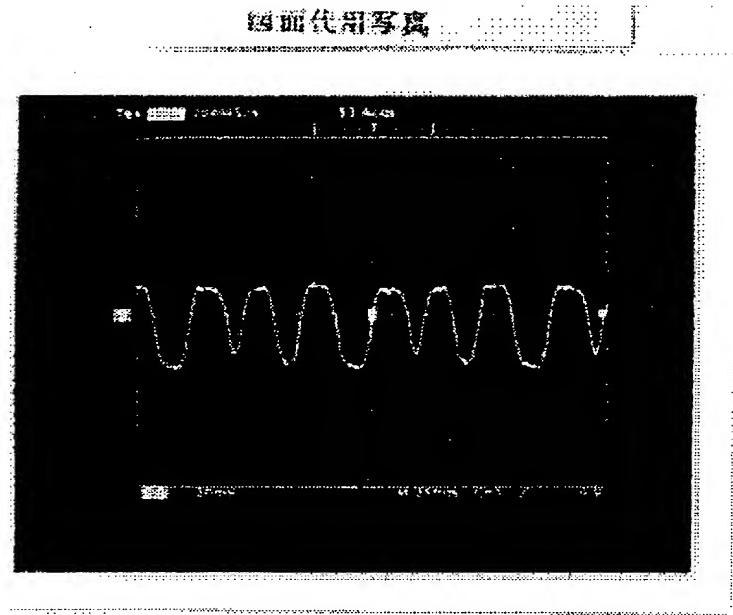


(b)

実施例2



【図10】

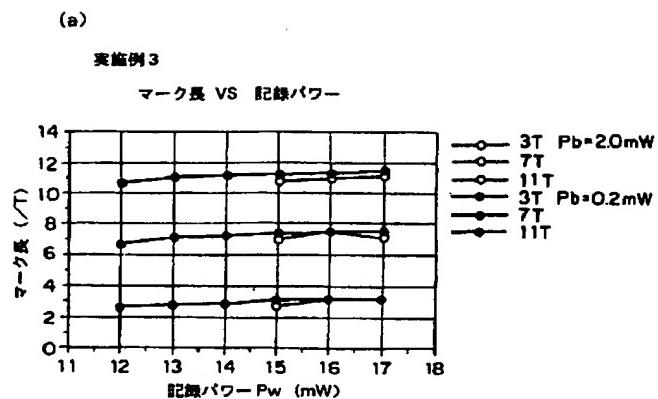


(a)

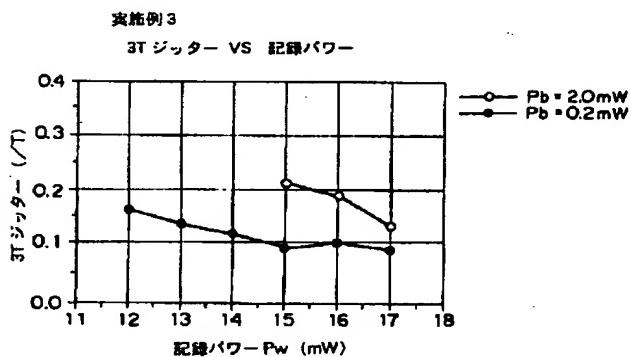


(b)

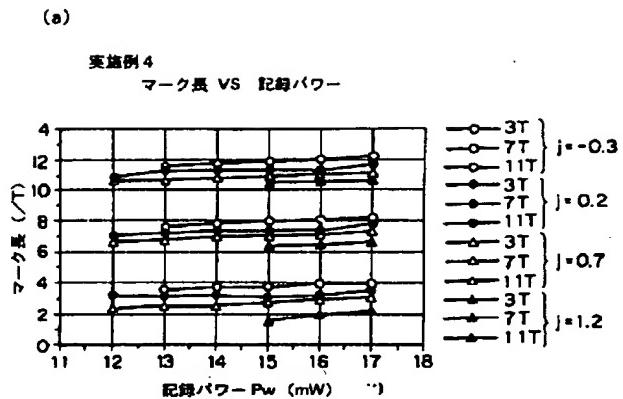
【図12】



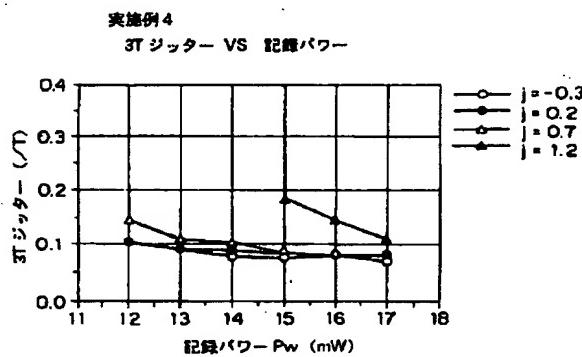
(b)



【図14】

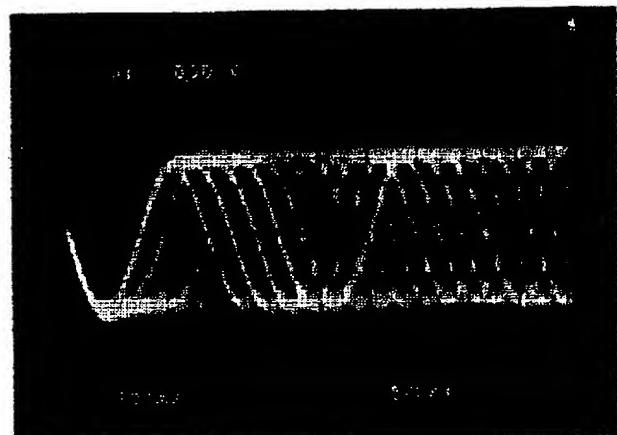


(b)

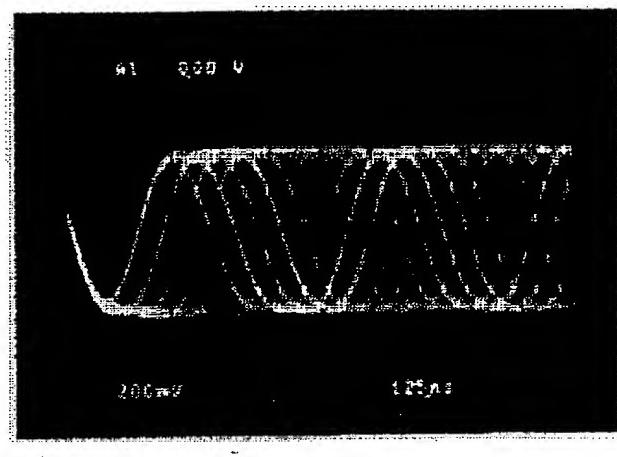


【図15】

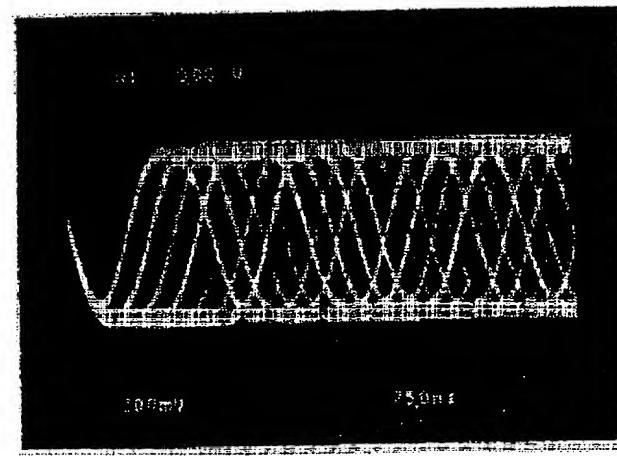
図面代用等高



(a)



(b)



(c)

フロントページの続き

(72)発明者 堀江 通和
神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地
三菱化学株式会社横浜総合研究所内

Hunter, David K.; "Waspnet: A Wavelength Switched Packet Network," IEEE Communications Magazine, pp. 120-129, Mar., 1999.

Kato, K. et al.; "32 x 32 Full-Mesh (1024 Path) Wavelength-Routing WDM Network Based on Uniform Loss Cyclic Frequency Arrayed-Waveguide Grating," Electronics Letters, vol. 36, No. 15, pp. 1294-1296, Jul. 20, 2000.

Takada, K. et al.; "480 Channel 10 GHz Spaced Multi/Demultiplexer," Electronics Letters, vol. 35, No. 22, pp. 1964-1966, Oct. 28, 1999.

Neber, S. et al.; "Tunable Laser Diodes with Type II Superlattice in the Tuning Region," Semiconductor Science Technology, vol. 13, pp. 801-805, 1998.

Chan, M. et al.; "The Effect of Carrier-Induced Change on the Optical Properties of AlGaAs-GaAs Intermixed Quantum Wells," IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics, vol. 4, No. 4, pp. 685-694, Jul./Aug., 1998.

Shim, J. et al.; "Refractive Index and Loss Changes Produced by Current Injection in InGaAs(P)InGaAsP Multiple Quantum-Well (MQW) Waveguides," IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics, vol. 1, No. 2, pp. 408-415, Jun., 1995.

Mason, B. et al.; "Widely Tunable Sampled Grating DBR Laser with Integrated Electroabsorption Modulator," IEEE Photonics Technology Letters, vol. 11, No.

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第4区分

【発行日】平成11年(1999)6月18日

【公開番号】特開平9-7176

【公開日】平成9年(1997)1月10日

【年通号数】公開特許公報9-72

【出願番号】特願平8-103591

【国際特許分類第6版】

G11B	7/00
B41M	5/26
G11B	7/125
	7/24 511
	19/247

【F I】

G11B	7/00	L
	7/125	B
	7/24 511	
	19/247	R
B41M	5/26	X

【手続補正書】

【提出日】平成10年3月18日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザーパワーをクロック周期Tに従って記録パワーPw、消去パワーPe、及び、バイアスパワーPbの少なくとも3値の間で変調することで光学的に識別可能な非晶質マークの形成又は消去を行って、光学的情報記録媒体にデータを記録・消去する光記録方法において、

光学的記録媒体上の線速度Vを、最大線速度Vh及び最小線速度VLに従って、

VL≤V≤Vhの範囲で可変とし、

線速度Vのときのクロック周期Tを、線速度Vに従って可変とし、

記録パワーPwを印加する期間を $\alpha_1 T$ 、 $\alpha_2 T$ 、 \dots 、 $\alpha_m T$ とし且つバイアスパワーPbを印加する期間を $\beta_1 T$ 、 $\beta_2 T$ 、 \dots 、 $\beta_m T$ として、レーザーパワーのための印加期間を順次に $\alpha_1 T$ 、 $\beta_1 T$ 、 $\alpha_2 T$ 、 $\beta_2 T$ 、 \dots 、 $\alpha_m T$ 、 $\beta_m T$ と選定することで、nを2以上の整数として長さnTの非晶質マークを記録する記録パワーをm個のパルスに分割し、kを0から2迄の整数から成るパラメータ、jを0から2迄の実数からなるパラメータとし、且つ、前記nの最小値をn_{min}として、

$n_{min} - k \geq 1$ 、 $m = n - k$ 、 $\alpha_1 + \beta_1 + \dots + \alpha_m + \beta_m = n - j$ を条件として、前記線速度Vに対応して、 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) の組合せ、及び、Pbの少なくとも一方を変化させることを特徴とする光記録方法。

【請求項2】 前記速度に対応して、 $\beta_i T$ における前記バイアスパワーPbiを変化することに代えて、バイアスパワーPbiと消去パワーPeとの比Pbi/Pe = θ_iを変化させることを特徴とする請求項1に記載の光記録方法。

【請求項3】 線速度VL≤V≤Vh ($V_h \geq 2 VL$) の範囲で、少なくとも記録時の線速度を連続的または段階的に可変とし、

$\alpha_{1L} T$ 、 $\alpha_{11} T$ 、 $\alpha_{12} T$ 、 $\alpha_{1h} T$ を夫々、線速度VがVL、V₁、V₂、Vhのときの分割された個々のパルスのパルス幅とするとき、 $V_L < V_1 < V_2 < V_h$ となる線速度V₁及びV₂においては、 $1 \leq i \leq m$ なるすべてのiに対して、 $\alpha_{iL} \leq \alpha_{i1} \leq \alpha_{i2} \leq \alpha_{ih}$ 、且つ、 $\theta_{iL} \leq \theta_{i1} \leq \theta_{i2} \leq \theta_{ih}$ とし、且つ、少なくともV_iにおいては $\alpha_{iL} < \alpha_{ih}$ 、又は、 $\theta_{iL} < \theta_{ih}$ とすることを特徴とする請求項2に記載の光記録方法。

【請求項4】 最大線速度Vhを1.2~1.4m/Sの範囲にある最小線速度VLの2~6倍の範囲とするマーク長変調記録であって、

mをm=n、n-1又はn-2に選定し、

線速度VがV=VL、2VL、4VL、又は、6VLの有限個の値をもとるものと選定し、

上記各線速度Vにおいて、iが2≤i≤mの範囲において、 $\alpha_i + \beta_i = 1.0$ とし、且つ、iが1≤i≤mの範

囲において $P_{bi} = P_r \pm 0.5 \text{ mW}$ とし、線速度 V が低下するとき、全ての i に対して α_i が単調に減少することを特徴とする請求項 3 に記載の光記録方法。

【請求項 5】 $\beta_m \neq 0$ であることを特徴とする請求項 4 に記載の光記録方法。

【請求項 6】 T_{hi} を線速度が V_{hi} のときのクロック周期とすると、線速度 V の時のクロック周期 T が $T = T_{hi} (V_{hi}/V)$ であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の一に記載の光記録方法。

【請求項 7】 使用する最大線速度 V_{hi} において、 $\alpha_{1h} = 1.5$ 又は 1.0 、 i が $2 \leq i \leq m$ の範囲として $\beta_{1h} = \alpha_{ih} = 0.5$ とし、且つ、すべての線速度 V において、 i を $2 \leq i \leq m$ の範囲の値として、 $\alpha_i + \beta_i = 1.0$ としたことを特徴とする請求項 3 に記載の光記録方法。

【請求項 8】 線速度 V が $V_L \leq V < V_{hi}$ の範囲では、 i が $2 \leq i \leq m$ の範囲で、 $2 \leq \alpha_i < \alpha_{ih}$ 、且つ、 $0.05 < \alpha_i < 0.5$ であることを特徴とする請求項 7 に記載の光記録方法。

【請求項 9】 $2 \leq i \leq m$ の範囲の i に対して、 α_i が一定であり、且つ、 $\alpha_i > \alpha_{ih}$ であることを特徴とする請求項 3 に記載の光記録方法。

【請求項 10】 i が $1 \leq i < m$ の範囲に対して β_i が一定値をとり、且つ、

β_m が、該一定値とは異なり、且つ、0 であり得ることを特徴とする請求項 3 に記載の光記録方法。

【請求項 11】 上記マーク長変調記録における n のとりうる範囲が、線速度 V に従って異なることを特徴とする 3 に記載の光記録方法。

【請求項 12】 最小のマーク長 $n_{min}T$ に対して $n_{min}T \times V$ が一定であることを特徴とする請求項 11 に記載の光記録方法。

【請求項 13】 使用する最大線速度 V_{hi} を、 $1.2 \sim 1.4 \text{ m/S}$ の範囲にある最小線速度 V_L の 2~6 倍の範囲とし、 $m = n$ 、 $n - 1$ 又は $n - 2$ としたマーク長変調の EFM 変調を用い、

線速度 V を V_L 、 $2V_L$ 、 $4V_L$ 又は $6V_L$ の有限個の値として選定し、

線速度 V が $2V_L$ 以上において、 $\alpha_{1h} = 1.5$ 又は 1.0 、 i が $1 \leq i \leq m$ の範囲において $\beta_{1h} = \alpha_{1h} = 0.5$

とし、

全ての線速度 V において、 i が $2 \leq i \leq m$ の範囲において $\alpha_i + \beta_{i-1} = 1.0$ とし、

線速度 V が $2V_L$ において、 i が $1 \leq i \leq m$ の範囲に対して、 P_r を再生光パワーとして、 $P_{bi} = P_r \pm 0.5 \text{ mW}$ とし、

線速度 V が V_L において、 i が $1 \leq i \leq m$ の範囲において $0.05 < \alpha_i < 0.5$ 、且つ、 $\alpha_{1L} \leq \alpha_{1h}$ とし、線速度 V_L において $P_{bi} = P_r$ とすることを特徴とする請求項 3 に記載の光記録方法。

【請求項 14】 $\beta_m \neq 0.5$ であることを特徴とする請求項 13 に記載の光記録方法。

【請求項 15】 T_{hi} を線速度が V_{hi} のときのクロック周期とすると、線速度 V の時のクロック周期 T が $T = T_{hi} (V_{hi}/V)$ であることを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載の光記録方法。

【請求項 16】 基板上に少なくとも下部誘電体保護層、記録層、上部誘電体保護層、及び、金属反射層を順に設けてなる相変化型媒体において、前記記録層が

$\{(G_e T_e)_y (S_{b2} T_{e3})_{1-y}\}_{1-x} S_{bx}$ (x は $0 \leq x < 0.1$ の範囲で、 y は $0.2 < y < 0.9$ の範囲の数値) 及び $\{M_y (T_{e1-x} S_{bx})_{1-y}\}$ (y は $0 \leq y < 0.3$ の範囲で、 x は $0.5 < x < 0.9$ の範囲の数値で、 M は I_n 、 G_n 、 Z_n 、 G_e 、 S_n 、 S_i 、 P_b 、 C_o 、 C_r 、 C_u 、 A_u 、 A_v 、 P_d 、 P_v 、 S 、 S_e 、 O のうちの少なくとも 1 種を示す) の少なくとも 1 種からなり、前記記録層の膜厚が $1.5 \sim 3.0 \text{ nm}$ 、上部誘電体保護層の膜厚が $1.0 \sim 3.0 \text{ nm}$ であることを特徴とする光記録用媒体。

【請求項 17】 ディスク本体と該ディスク本体上に記録された照射光のためのパルス分割情報とを備え、該パルス分割情報が、使用されるディスク本体の線速度に従って複数のパルス分割方法から 1 つを選択するための情報であることを特徴とする相変化型光学的情報記録媒体。

【請求項 18】 マーク長変調された記録情報と照射光のパルス分割情報とを有する相変化型光学的情報記録媒体に用いるディスク駆動装置であって、記録媒体の線速度に従って、前記パルス分割情報に含まれる複数のパルス分割方法の 1 つを選択してパルス分割を実行することを特徴とするディスク駆動装置。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.